

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07262726 A**

(43) Date of publication of application: **13 . 10 . 95**

(51) Int. Cl

**G11B 21/21**  
**G11B 5/60**

(21) Application number: **06326656**

(22) Date of filing: **28 . 12 . 94**

(30) Priority: **31 . 12 . 93 KR 93 9331792**

(71) Applicant: **SAMSUNG ELECTRON CO LTD**

(72) Inventor: **LEE HAE-JUNG**  
**JEONG MYUNG-CHAN**

(54) **METHOD FOR CONTROLLING HEAD FLOATING HEIGHT OF HARD DISK DRIVER AND DEVICE FOR ACTIVELY CONTROLLING HEAD FLOATING HEIGHT**

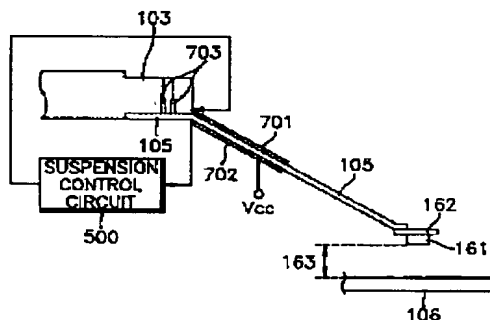
this suspension control circuit 500.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To stabilize a read/write signal by surely keeping a fixed floating height by actively controlling head displacement.

CONSTITUTION: The floating height of a head 161 supported by a suspension 105 and moved while keeping a fixed floating height 163 from a disk 106 is controlled. At such a time, the deformation of the suspension with the displacement of the head is sensed and based on the sensed result, the suspension is corrected into normal state by generating correction power for deformation so that the floating height can be kept constant. Therefore, this device has a sensor 702 of piezoelectric polymer for sensing the deformation of the suspension, suspension control circuit 500 for generating a correct signal based on a sense signal from this sensor 702, and corrector 701 of piezoelectric ceramic for generating correction power directed against the direction of deformation based on the correct signal generated by



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-262726

(43)Date of publication of application : 13.10.1995

(51)Int.Cl.

G11B 21/21  
G11B 5/60

(21)Application number : 06-326656

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRON CO LTD

(22)Date of filing : 28.12.1994

(72)Inventor : LEE HAE-JUNG  
JEONG MYUNG-CHAN

(30)Priority

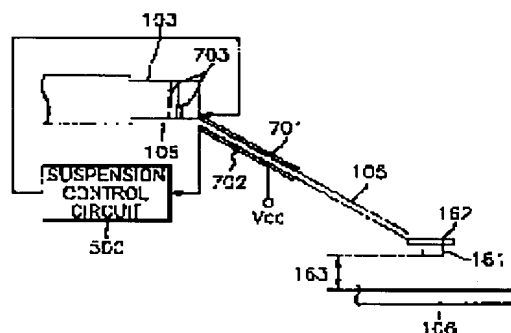
Priority number : 93 9331792    Priority date : 31.12.1993    Priority country : KR

**(54) METHOD FOR CONTROLLING HEAD FLOATING HEIGHT OF HARD DISK DRIVER AND DEVICE FOR ACTIVELY CONTROLLING HEAD FLOATING HEIGHT**

(57)Abstract:

PURPOSE: To stabilize a read/write signal by surely keeping a fixed floating height by actively controlling head displacement.

CONSTITUTION: The floating height of a head 161 supported by a suspension 105 and moved while keeping a fixed floating height 163 from a disk 106 is controlled. At such a time, the deformation of the suspension with the displacement of the head is sensed and based on the sensed result, the suspension is corrected into normal state by generating correction power for deformation so that the floating height can be kept constant. Therefore, this device has a sensor 702 of piezoelectric polymer for sensing the deformation of the suspension, suspension control circuit 500 for generating a correct signal based on a sense signal from this sensor 702, and corrector 701 of piezoelectric ceramic for generating correction power directed against the direction of deformation based on the correct signal generated by this suspension control circuit 500.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.01.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.09.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-262726

(43) 公開日 平成7年(1995)10月13日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 21/21	E	8224-5D		
5/60	Z	7811-5D		

審査請求 有 請求項の数11 O L (全 8 頁)

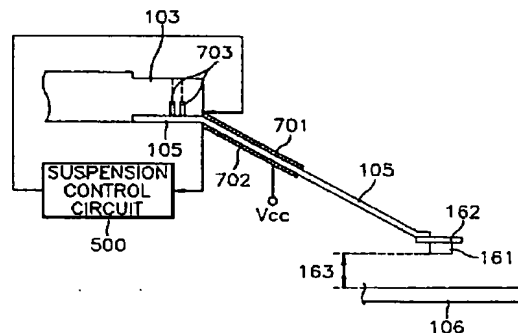
(21) 出願番号	特願平6-326656	(71) 出願人	390019839 三星電子株式会社 大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416
(22) 出願日	平成6年(1994)12月28日	(72) 発明者	李 海中 大韓民国京畿道水原市八達区梅灘3洞新梅灘アパート18棟310号
(31) 優先権主張番号	1993 P 31792	(72) 発明者	鄭 明賢 大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞三星2次アパート7棟503号
(32) 優先日	1993年12月31日	(74) 代理人	弁理士 高月 猛
(33) 優先権主張国	韓国 (K R)		

(54) 【発明の名称】 ハードディスクドライブのヘッド浮上高制御方法及びヘッド浮上高能動制御装置

(57) 【要約】

【目的】 ヘッド変位を能動的に制御して一定浮上高を確実に維持し、読出／書込信号の安定化を図れるような浮上高制御方法及び浮上高能動制御装置を提供する。

【構成】 サスペンション105に支持されてディスク106から一定の浮上高163を保って移動するヘッド161の浮上高制御方法について、ヘッドの変位に伴うサスペンションの変形を感知し、その感知結果に基づいて変形に対する矯正力を発生してサスペンションを正常状態へ矯正することで浮上高を一定に保つようにする。そのための浮上高能動制御装置は、サスペンションの変形を感知する圧電ポリマーのセンサ702と、このセンサ702から出力される感知信号に基づいて矯正信号を発生するサスペンション制御回路500と、このサスペンション制御回路500による矯正信号に基づいて変形方向に対抗する方向の矯正力を発生する圧電セラミックの矯正器701と、から構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 サスペンションに支持されてディスクから一定の浮上高を保って移動するヘッドの浮上高制御方法であって、

ヘッドの変位に伴うサスペンションの変形を感知し、その感知結果に基づいて変形に対する矯正力を発生してサスペンションを正常状態へ矯正することでヘッド浮上高を一定に保つようにしたことを特徴とする浮上高制御方法。

【請求項2】 請求項1記載の浮上高制御方法に用いられる浮上高能動制御装置であって、サスペンションの変形を感知するセンサと、このセンサから出力される感知信号に基づいて矯正信号を発生するサスペンション制御回路と、このサスペンション制御回路による矯正信号に基づいて変形方向に対抗する方向の矯正力を発生する矯正器と、から構成されることを特徴とする浮上高能動制御装置。

【請求項3】 センサがサスペンションの片面に設置した圧電ポリマーで、矯正器がサスペンションの他面に設置した圧電セラミックである請求項2記載の浮上高能動制御装置。

【請求項4】 サスペンション制御回路は、センサによる感知信号を増幅処理して出力する増幅及び信号処理回路と、予め設定されたF Hオフセット値と増幅及び信号処理回路の出力とを比較してその差からエラー値を抽出するエラー値抽出手段と、エラー値抽出手段のエラー値出力と以前のエラー値出力との位相差を検出して位相遅延又は進相を補償する信号遅延-進相補償器と、信号遅延-進相補償器の出力を増幅して矯正器へ出力する増幅器と、から構成される請求項2又は請求項3記載の浮上高能動制御装置。

【請求項5】 サスペンション制御回路は、センサによる感知信号を増幅処理して出力する増幅及び信号処理回路と、増幅及び信号処理回路の出力をデジタル化するA/D変換器と、予め設定されたF Hオフセット値とA/D変換器の出力とから差を計算してエラー値を抽出するエラー値抽出手段と、エラー値抽出手段の出力を微分及び積分し、一定の比率で加算して出力するデジタルPID制御器と、デジタルPID制御器の出力をアナログ化するD/A変換器と、D/A変換器の出力を増幅して矯正器へ出力する増幅器661と、から構成される請求項2又は請求項3記載の浮上高能動制御装置。

【請求項6】 スイングアームに取り付けたサスペンションにより支持したヘッドをディスク表面から一定の浮上高に維持して移動させ書込/読出を行うようになったハードディスクドライバにおいて、

サスペンションの変形を感知するセンサをスイングアームのサーボ制御に連動させて設け、そのセンサにより感知される変形が限界値を越える場合にディスクに設けた安全区域にヘッドを移動させ、サスペンションが正常状

態に復元してからヘッドを元の位置に復帰させるようになっていることを特徴とするハードディスクドライバ。

【請求項7】 センサがサスペンションに取り付けた圧電ポリマーである請求項6記載のハードディスクドライバ。

【請求項8】 サスペンションに支持されてディスクから一定浮上高を保って移動し書込/読出を行うヘッドを有したハードディスクドライバにおいて、通電により矯正力を発生する矯正器をサスペンションに設置し、ディスクの回転起動の際に矯正器へ通電してサスペンションを矯正しヘッドを浮上させ、ディスクの回転停止の際に矯正器へ通電してサスペンションを矯正しヘッドの浮上を保つようになっていることを特徴とするハードディスクドライバ。

【請求項9】 矯正器が圧電セラミックである請求項8記載のハードディスクドライバ。

【請求項10】 スイングアームに取り付けたサスペンションにより支持したヘッドをディスク表面から一定の浮上高に維持して移動させ書込/読出を行うようになったハードディスクドライバにおいて、

サスペンションを矯正する矯正器をスイングアームのサーボ制御に連動させて設け、トラック追従モードのセトリングに際しその矯正器を動作させてヘッド浮上高を安定させるようになっていることを特徴とするハードディスクドライバ。

【請求項11】 サスペンションの変形を感知するセンサを更に設け、該センサの出力に基づいて矯正器を制御するようになっている請求項10記載のハードディスクドライバ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ハードディスクドライバ(Hard Disk Driver:HDD)に関するもので、特に、ディスクに対するヘッド浮上高を安定させるための浮上高制御方法とそのためのヘッド浮上高能動制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】最近のHDDは、より大容量化及びコンパクト化される傾向にあり、これに伴って、ディスクのトラックピッチ(Track Pitch)、ビットセル(Bit Cell)も微細化されてきている。そのため、読出/書込に対するサーボ(Servo)制御の高精度制御に関する技術が追求されている。この高精度化に際しては、ディスクの全領域でヘッドがディスク表面から一定の微細浮上高(0.8 $\mu$ m以下)を有するようにならなければならないという基本技術が要求される。これはすなわち、読出/書込時に発生する信号の安定化を図るためであり、そしてこの読出/書込時の信号安定化のためには、さらにサーボ系の高精度制御を行うことが必要である。

【0003】図1～図4を参照してヘッドの浮上高(Flying Height: FH)について説明する。ヘッド161は、図1に示すように、スイングアーム(swing arm)103のサスペンション(Head Suspension)105の先端に設けたジンバル(Gimbal)162に取り付けられる。スイングアーム103はVCM(ボイスコイルモータ)の電流制御によりピボット軸102を軸にしてディスク上を回動動作し、ヘッド161がその回動動作によりディスク106の所定位置に移送されてデータの読出/書込を行う。このときヘッド161は、読出/書込の安定化のため、図2に示すようにディスク106表面から一定浮上高(Constant Flying Height: CFH)163を保つようになっている。

【0004】ヘッド161は、例えば図4に示すように、データ読出/書込のためのトランスデューサ(transducer)601、602を有しており、これを設ける本体をヘッドスライダ(head slider)と呼ぶこともある。したがって、ヘッド(161)とヘッドスライダは同様の意味で用いられることもある。このようなヘッド161は、図2に示すようにステンレス鋼材の板バネで形成されたサスペンション105の先端に設置したジンバル162に取り付けられて支持され、そして、このサスペンション105の基端がスイングアーム103に取り付けられる。このようにヘッド161とサスペンション105を結合した構成は総体的にHGA(Head Gimbal Assembly)と呼ばれる。

【0005】図2に示すのは、1つのディスク106の上面及び下面(便宜上、上面、下面とする)に対し2つのヘッド161を設け、それぞれジンバル162、サスペンション105を介してスイングアーム103に取り付けた例である。HDDが動作しないときには、ヘッド161はディスク106のデータに関係ない安全区域(パーキングゾーン)に着地しており、そして、HDDが動作してスピンドルモータ(図示略)によりディスク106が回転すると、それによる回転気流でヘッド161は一定浮上高163に浮び上がる。その際、この図2に示すヘッド161は、超薄片板バネのジンバル162を介してサスペンション105に取り付けられているので、図3のように所定の傾斜 $\theta$ をもって浮上する。したがって、ヘッド161の一定浮上高163は、図3に示すようにヘッド161のディスク106により近いエッジ406とディスク106の表面との間の間隔を示す。

【0006】ヘッド161は、ディスク106の回転によってディスク106の表面とヘッド161の浮上面との間に形成される空気の間隙によって浮上する。このヘッド161の浮上面をABS(Air Bearing Surface)という。このABSにおける空気の入力部分にテーパ部(Taper)404を設けてヘッ

ド161に揚力(Lifting force)を与えようとしたのが図3の例である。

【0007】一方、図4には、ABSに傾斜部を設けず平板形としたテーパフラットタイプ(Taper Flat Type)のヘッド161を示している。この場合、トランスデューサ601がヘッド161のトレーリングエッジ(Trailing Edge)に位置してディスク106に対する信号の読出/書込を行うようにされ、もう1つのトランスデューサ602は通常、使用されない。この図4のトランスデューサ601、602は薄膜インダクティブ形(Thin Film Inductive Type)のものである。

【0008】以上のようなHDDにおいて、ヘッド161のABSの形状を調整することにより、HDDが正常状態で動作する場合には所望の一定浮上高CFHの維持が可能となる。しかしながら、非正常状態となるとCFHの維持が困難になる。すなわち、HGAのサスペンション105における共振周波数によるねじれ変形に起因したFHの変化、スピンドルモータ軸方向への非再現性ランアウト(NonRepeatable Runout: NRRO)によるFHの変化、さらにHDD外部からの衝撃によるヘッド161とディスク106の衝突等に対する補償措置がとられていないからである。

【0009】例えば、スピンドルモータ軸方向への動的外部妨害(Dynamic disturbance)に対する補償には、結局、スピンドルモータ軸方向へのヘッド変位すなわちFHを制御するような方法が要求される。そこで、このFH制御のために“owe”による1991年4月30日付米国特許第5,012,369号に開示されたような技術が提案されている。この技術は、FH制御のために負荷ビームを使用した入力手段をサスペンション105に設け、バネ板、調節ネジ等により所望のCFHを維持させるものであるが、ヘッド161とディスク106の衝突に対する補償を行うことはできない。

【0010】また他にも、図2に示してあるように、サスペンション105の共振周波数及びヘッド161の着地における変位振幅を減少させるため、サスペンション105の基端部に薄片の受動制動子165を取り付ける技術があるが、この受動制動子165は受動素子(Passive Element)としてしか働かないので、動作状態に応じて能動的にFHを制御することはできず、確実に所望のCFHを維持することは難しい。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の目的は、スピンドルモータ軸方向へのヘッド変位を能動的に制御して非正常状態でもCFHを確実に維持し、読出/書込信号の安定化を図れるようなFH制御方法とそのためのFH能動制御装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】このような目的のため、本発明によるヘッド浮上高制御方法は、ヘッドの変位に伴うサスペンションの変形を感知し、その感知結果に基づいて変形に対する矯正力を発生してサスペンションを正常状態へ矯正することでヘッド浮上高を一定に保つことを特徴とする。

【0013】そして、そのためのヘッド浮上高能動制御装置として、サスペンションの変形を感知するセンサと、このセンサから出力される感知信号に基づいて矯正信号を発生するサスペンション制御回路と、このサスペンション制御回路による矯正信号に基づいて変形方向に対抗する方向の矯正力を発生する矯正器と、から構成されることを特徴とする浮上高能動制御装置を提供するものである。この場合、センサをサスペンションの片面に設置した圧電ポリマー、矯正器をサスペンションの他面に設置した圧電セラミックとするのが制御性や重さの面から好ましい。

【0014】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例を添付の図面を参照して詳細に説明する。尚、図面中共通の要素には同じ符号を付すものとする。

【0015】図5は、本発明によるHF能動制御装置の概略を示すブロック構成図である。スイングアーム103にネジ703でネジ止めされたサスペンション105の片面に圧電セラミックの第1アクチュエータ701が矯正器として取り付けられている。この第1アクチュエータ701は、ヘッド161のFH変化に伴うサスペンション105の微細変形を正常状態へ矯正する。また、サスペンション105の他面には圧電ポリマーの第2アクチュエータ702がセンサとして取り付けられている。この第2アクチュエータ702は、ヘッド161とディスク106との間の微細変位を感知するセンサとなる。すなわち、第2アクチュエータ702は歪ゲージ(Strain Gage)と同様の役割を行うもので、サスペンション105の歪に応じて抵抗値が変化するので電源電圧Vccを供給すると歪により電流が変化し、それによりサスペンション105の変形を感知できる。第2アクチュエータ702で感知されるサスペンション105の変形を示す感知信号はサスペンション制御回路500に入力され、このサスペンション制御回路500からサスペンション変形、すなわちヘッド161の変位を矯正する矯正信号が出力される。この矯正信号により第1アクチュエータ701が動作して所望のCFHを維持するようになっている。

【0016】このようなFH能動制御装置を構成する第1、第2アクチュエータ701、702については、次のような特性を持たせる必要がある。すなわち第一に、動的外部妨害に対する素早い応答性能、第二に、最大制御変位が0.1micron以上(軸方向)、第三に、最小制御変位が0.1micron以下(軸方向)、第四に、VCM

に対する慣性へ影響しない軽量物質とする。また、第1、第2アクチュエータ701、702の取付位置はヘッド161に近いほど好ましく、そしてサスペンション105の上下面にスピンドルモータ軸方向へフレキシブルに取り付けておく。つまり、サスペンション105に取り付けられる第1、第2アクチュエータ701、702は、ヘッド161のFH変化に伴うサスペンション105の微細変形を感知して矯正する役割を確実に行うことが可能なように構成されるべきである。

【0017】図6はロータリ型VCMの使用時におけるFHの変化曲線を示し、横軸はディスク半径、縦軸はFHである。また、図7に、サスペンション105の片面(この例では上面)に取り付けた第1アクチュエータ701の伸張と圧縮によるサスペンション105の変形状態及びFHの変化状態の説明図を示す。

【0018】図8にサスペンション制御回路500の具体例を示している。増幅及び信号処理回路662は、サスペンション105の変形を感知した第2アクチュエータ702の感知信号を処理しやすいように増幅及び信号処理して出力する。エラー値抽出手段664は、FHオフセット端668に入力される所定の電流FHオフセット値と増幅及び信号処理回路662の出力とを比較してエラー値[E(s)]を抽出する。信号遅延-進相補償器663は、エラー値抽出手段662の出力の位相について基準値より遅いと進相させ、また速いと遅延させて位相関係の補償を行う。そして、この信号遅延-進相補償器663の出力が増幅器661で増幅されて矯正信号として第1アクチュエータ701に提供される。FHオフセット値はFHの許容誤差に対する値で、目標値との許容差を示す偏差である。

【0019】図9にサスペンション制御回路500の他の例を示す。図8のサスペンション制御回路500はアナログ方式であるが、この図9のサスペンション制御回路500はデジタル方式である。そのデジタル処理のために、増幅及び信号処理回路662の出力信号をデジタル化するA/D変換器667を備えている。そして、FHオフセット端668に印加されるFHオフセット値とA/D変換器667の出力とを比較してエラー値を抽出するエラー値抽出手段664と、エラー値抽出手段664の出力をデジタル制御し、微分及び積分した後一定の比率で加算して矯正信号を発生するデジタルPID制御器669と、デジタルPID制御器669の出力をアナログ信号に変換して増幅器661に提供するD/A変換器670と、を備える。この方式によれば、マイクロプロセッサを適用できる。

【0020】図10は、図8及び図9において、ヘッド正常浮上状態(Reference Null Position: RNP)下の第2アクチュエータ702からの感知信号を処理する増幅及び信号処理回路での計算を通じてFHオフセット値を“0”となるようにし、推定

部883を使用することによりLQR問題を解決する概念を示したブロック図である。推定部883及びLQR設計についての詳細は、文献「"Digital Control of Dynamic Systems" G. F. Franklin et al, 2nd ed, 1990, Addison Wesley」の第250頁～第271頁及び第422頁～第444頁に説明されている。

【0021】第1、第2アクチュエータ701、702として使用される圧電セラミック、圧電ポリマーに電界を加えると圧電特性で伸張、圧縮する技術については、韓国の「機電研究社」による1985年9月5日付発行の「応用レーザガイド実例と基礎」の第196頁に開示されているように、よく知られたものである。

【0022】以上の図1～図10を参照してこの例のFH制御方法とFH能動制御装置の動作について説明する。

【0023】図7に示すように、正常(normal)浮上高892にある状態のサスペンション105では、第2アクチュエータ702の感知信号に変形を示す値は現れない。そこからヘッド161のFHが $\Delta Z$ 増加してサスペンション105が歪み(撓み)浮上高893に変化すると、サスペンション105の一面(この例では下面)には伸張(Extension)変形が発生し、歪ゲージである第2アクチュエータ702により感知される。この感知信号がサスペンション制御回路500に入力され、FHオフセット端668に入力されるFHオフセット値との比較から矯正信号が出力されることで第1アクチュエータ701が矯正力を発生し、サスペンション105に逆伸張力を与えるように制御が行われる。

【0024】すなわち、サスペンション制御回路500では、まず第2アクチュエータ702で感知された伸張値を増幅及び信号処理回路662で増幅する[Y(s)]。次いで、増幅及び信号処理回路662の出力信号[Y(s)]とFHオフセット端668に入力されるFHオフセット値[R(s)]をエラー値抽出手段664で減算してエラー値[E(s)]を求める。そして、信号遅延-進相補償器663で以前の信号と対比して位相差を検出し遅延又は進相の補償を行い、この信号遅延-進相補償器663の出力を増幅器661で増幅して第1アクチュエータ701に提供する。これにより、図7に示すように、正常浮上高892へ戻るように第1アクチュエータ701が矯正力(この場合伸張力)を発生する。

【0025】反対に、図7の浮上高891のようにヘッド161のFHが $\Delta Z$ 減少するとサスペンション105の下面に圧縮(Compression)変形が発生し、第2アクチュエータ702に感知される。この感知信号はサスペンション制御回路500に入力され、上記と同様の処理過程を経て正常浮上高892へ戻るように

第1アクチュエータ701が矯正力(この場合圧縮力)を発生する。

【0026】上記のようなロータリ型VCMを使用するときのサスペンション105の変形、すなわちFH変化は、テーパフラットタイプのヘッド161を使用した場合を示した図6の曲線のように発生する。すなわち、内側トラックと外側トラックでのディスク106の線速度(Linear velocity)の差により動圧の違いが生じ、ディスク106の半径方向外側に向かうとFHが増加することになる(691～693)。そしてロータリ型VCMの場合は、ヘッド161の中心線とトラックの法線とのスキュー角(Head skew angle)がトラックにより変化し、外側にいくほどスキュー角が大きくなるので、最外郭トラックでFHは減少する(693～692)。したがって図6のようなFH変化曲線が現れる。

【0027】このようなFH変化に対し、トランスデューサ601(図4)の読出/書込信号の振幅は非常に敏感である。したがって、CDR(Constant Density Recording)設計を行う場合、全データトラックでヘッド161にCFHを維持することは必須である。そのため、ヘッド161が全データ区間でディスク106表面からCFHを維持できるようにヘッド161のABS形状を工夫する研究が従来から進められており、TPC(Transverse Pressure Contours)、TAB(Tribal Air Bearing)、NPAB(Negative Pressure Air Bearing)等の技術が開発された。ところが、能動的FH制御を行う本発明によれば、そのような特殊なABS形状としたCFH用ヘッドスライダを使用しなくても、正常動作状態で規格化されたテーパフラットタイプのヘッド161の使用で十分である。

【0028】すなわち、サスペンション105に設けた第2アクチュエータ702よりサスペンション105の変形状態を感知し、サスペンション制御回路500で能動的に第1アクチュエータ701を制御して変形を矯正することで、下記の①～③のようなHDDの非正常動作状態でも所望のCFHを維持するようになっているためである。つまり、HDDの内部及び外部からの動的外部妨害に対し能動的に動作してFH制御を行うことでABS形状を不問にしたのである。

①HGAサスペンションの共振周波数での共振によるFH変化

②スピンドルモータ軸方向へのNRROによるFH変化

③HDD外部からの衝撃によるFH変化

【0029】一方、第2アクチュエータ702は、衝撃によるヘッド161とディスク106の衝突を防止してデータを保護する保護装置としても機能する。これは特に、HDDの小型化に伴う耐衝撃性強化に役立つ。例え

ば、米国の“Seagate”社の“Safe-Rite HDD”のように、加速感知センサをPCBに設置して衝撃により限界値以上の加速が加えられる場合にヘッド161をディスク106の安全区域に位置させてデータを保護する技術があるが、第2アクチュエータ702をこれと同じ目的に使用することもできる。すなわち、第2アクチュエータ702をサーボ制御に連動させて、感知されるサスペンション変形、すなわちヘッド161のFH変化が限界値を越えるようなときには読出／書込中のヘッド161をディスクの安全区域に一旦リトラック(Retrack)し、FHが正常状態となる、すなわちサスペンション105が復元したことを確認した後

にシーク(Seek)モード前のトラック位置にヘッド161を復帰させるようにできる。  
【0030】また、VCMの制御はHDD設計でよく知られているように、シークモードとトラック追従(Following)モードとに区分される。ヘッド161を現在位置トラックから目標位置トラックに移送するVCM制御モードがシークモード、ヘッドが目標位置トラックの中央で読出／書込を遂行できるようにするVCM制御モードがトラック追従モードである。このシークモードからトラック追従モードに変わる際の重要な制御機能としてヘッド161のセトリング(Settling)特性がある。このセトリングが速ければ速いほど読出／書込の実行が速くなる。ディスク半径方向のセトリングはVCM制御により高精度化できるが、スピンドルモータ軸方向のセトリングは、従来のようにサスペンション105の上面に取り付けた受動制動子では改善できない。ところが、本実施例の第1アクチュエータ701をサーボ制御に連動させてサスペンション105を能動的に矯正すれば、トラック追従モードの初期セトリングを素早く安定させることが可能となり、HDDのアクセスタイムを大きく改善できる。この場合、第2アクチュエータ702も同時に使用してサスペンション変形を感知するようにしておけば、必要以上の矯正を行うことなく適切な制御を行える。

【0031】さらに、HDDのヘッドは性能向上や大容量化に対応して可能な限り低い一定のFHを有するように設計されるが、これを実現するために現在用いられている技術は、ヘッドのABSとディスクとの間を流れる流体の圧力分布を調節する形状についてのものである。ところがこの場合、ディスクの起動や停止時にスピンドルモータが低速回転するときにヘッドとディスクが接触し、磨耗したり、あるいは摩擦力が大きく発生してスピンドルモータの負荷が増加する。悪くするとデー

タ損失が発生する可能性もある。しかしながら、第1アクチュエータ701をサスペンションや柔軟性アーム(Flexible Arm)に適用しておけば、上記のようなヘッドとディスクの接触起動-停止(Contact Start-Stop)制御ではなく、ディスクの起動と停止の前後に第1アクチュエータ701へ必要電源を印加して動作させることでヘッドを浮上させた状態の浮上起動-停止制御を行うことができる。すなわち、圧電素子の第1アクチュエータ701を利用し、ディスクが起動して定速回転するまで、そして定速回転から停止するまでサスペンションに取り付けた第1アクチュエータ701に矯正力を発生させサスペンション105を矯正するようにしてヘッドとディスクを分離することができる。したがって、HDDの起動、停止時に発生し得る磨耗や摩擦力増加等の問題を解決することが可能となる。

【0032】

【発明の効果】以上述べてきたように本発明によれば、非正常状態においても確実・安定なFH制御を行えCFHを維持でき、さらに、よりアクセス性能を向上させることが可能で、高性能、高精度で耐衝撃性に優れたHDDを提供できる。したがって、HDDの更なる性能向上、大容量化に寄与するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】スイングアームの構成を示す斜視図。

【図2】図1中の矢示10方向からみた要部拡大側面図。

【図3】ヘッドとディスクとの間の浮上高を説明するための説明図。

【図4】テーパーフラットタイプヘッドの斜視図。

【図5】本発明によるFH能動制御装置の概略を示すブロック構成図。

【図6】ロータリ型VCM使用時のFH変化曲線図。

【図7】サスペンションの変形状態を説明する説明図。

【図8】図5のサスペンション制御回路500の具体例を示すブロック図。

【図9】図5のサスペンション制御回路500の他の例を示すブロック図。

【図10】図8及び図9の構成において、シグナルプロセッサの適用による推定部883を利用したLQR問題処理の概念を示すブロック図。

【符号の説明】

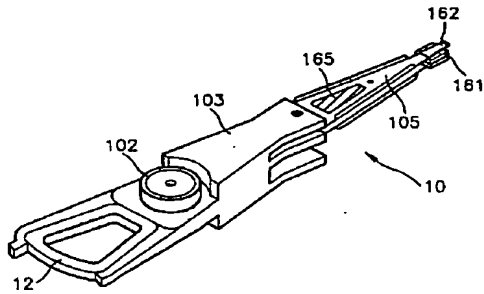
500 サスペンション制御回路

701 第1アクチュエータ(矯正器)

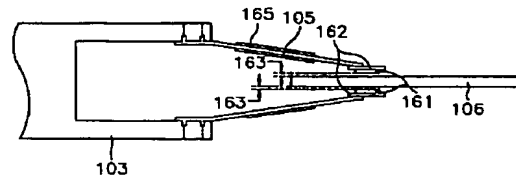
702 第2アクチュエータ(センサ)



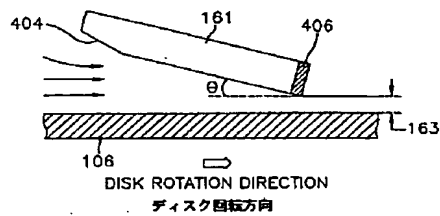
【図1】



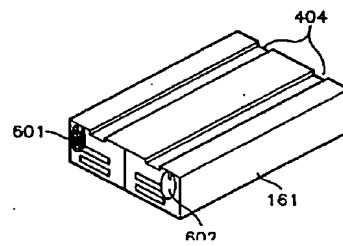
【図2】



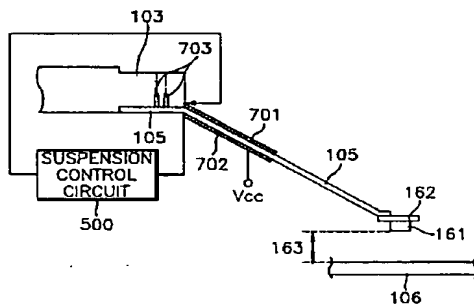
【図3】



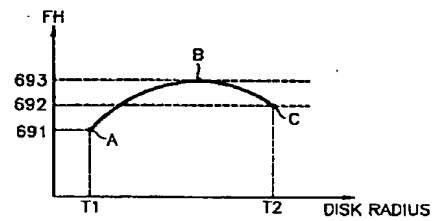
【図4】



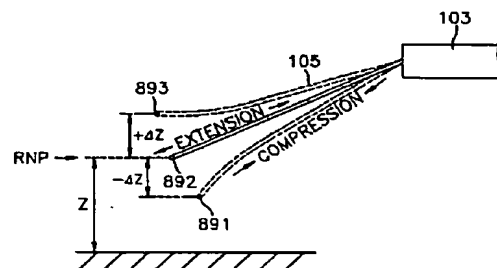
【図5】



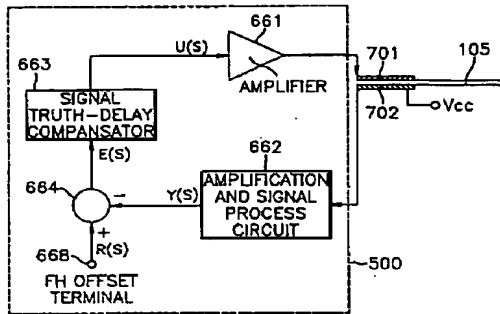
【図6】



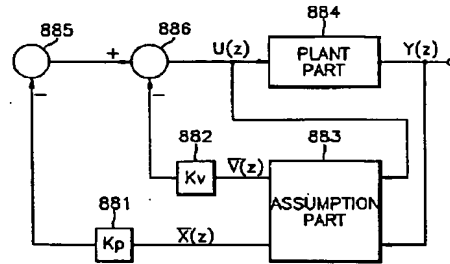
【図7】



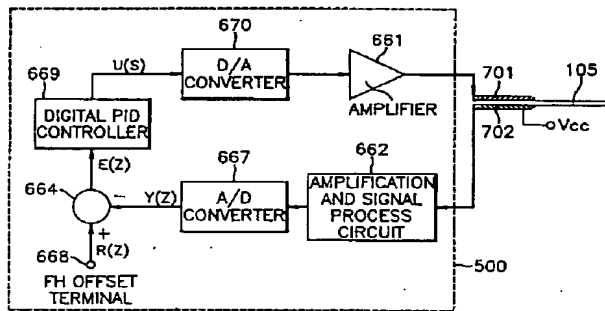
【図8】



【図10】



【図9】



【手続補正書】

【提出日】平成7年1月27日

【手続補正1】

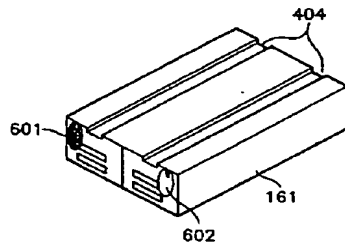
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図4

【補正方法】変更

【補正内容】

【図4】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-084783

(43)Date of publication of application : 10.04.1991

(51)Int.Cl.

G11B 21/21

(21)Application number : 01-220901

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 28.08.1989

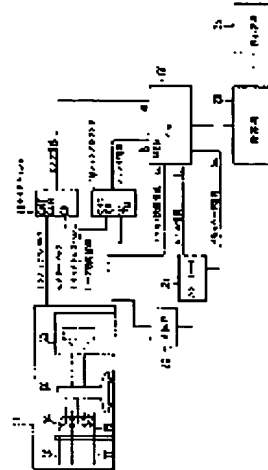
(72)Inventor : OOKUBO SUMITOSHI

## (54) EVALUATION METHOD FOR MECHANISM SECTION OF MAGNETIC DISK DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To evaluate a mechanism section by using a disk easily demagnetized through pressing as a magnetic disk for test and monitoring a head touch in direct relation to an actual fault.

**CONSTITUTION:** A magnetic disk 17 easily demagnetized through pressing is used for a magnetic disk for test and loaded to a mechanism section 11 of a magnetic disk device to reproduce magnetic recording. In this case, when the magnetic disk and a readout write head are in touch with each other, the part causes demagnetization to reduce the output of a recording signal, then the head touch is caught as the reduction in the reproduction signal. In order to specify the position of the part of head touch, sector information, cylinder information and access state information are inputted to a storage means 22, an information processing means 23 processes each information to display the distribution of the head touch. Since the head touch in direct relation to an erase fault actually is monitored, the mechanism section of the magnetic disk device is evaluated.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]